

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.04.02 Нейронные сети в ГИС

Учебный план: _____ ФГОС3++b090302Г-12_26-14.plx

Кафедра: **32** Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки:
(специальность) 09.03.02 Информационные системы и технологии

Профиль подготовки:
(специализация) Геоинформационные системы и технологии

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
8	УП	18	18	35,75	0,25	2	Зачет
	РПД	18	18	35,75	0,25	2	
Итого	УП	18	18	35,75	0,25	2	
	РПД	18	18	35,75	0,25	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утверждённым приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 926

Составитель (и):

ассистент

Новикова М.А.

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Ковалёв Д.А.

От кафедры составителя:

Ковалев Д.А.

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

От выпускающей кафедры:

Ковалев Д.А.

Заведующий кафедрой

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать у студентов теоретические знания и практические навыки в области применения нейронных сетей и методов искусственного интеллекта для решения геоинформационных задач, включая проектирование интеллектуальных систем, разработку алгоритмов машинного обучения и интеграцию нейросетевых технологий в ГИС-приложения.

1.2 Задачи дисциплины:

1. Изучить современные методы нейронных сетей и машинного обучения для обработки пространственных данных.
2. Освоить подходы к разработке алгоритмических решений на основе нейронных сетей для анализа геоданных.
3. Приобрести навыки проектирования баз знаний и экспертных систем в контексте геоинформатики.
4. Развить умения применять эволюционные алгоритмы и глубокое обучение в ГИС-приложениях.
5. Освоить инструменты разработки программных решений с использованием нейросетевых технологий.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2: Способен разрабатывать прототипы ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС
Знать: современные подходы к решению слабо формализованных задач, методы представления знаний в интеллектуальных системах, особенности разработки алгоритмических и программных решений в области нейронных сетей применительно к ГИС
Уметь: разрабатывать алгоритмические решения и программные в области нейронных сетей, проектировать базы знаний с помощью методов инженерии знаний
Владеть: навыками применения средств разработки программных решений в области нейронных сетей, навыками разработки экспертных систем, применения нейронных сетей и эволюционных алгоритмов в различных областях

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Введение в нейронные сети и их применение в ГИС	8				О
Тема 1. Основы нейронных сетей. Понятие искусственного интеллекта и машинного обучения. Архитектуры нейронных сетей (перцептроны, многослойные сети). Обучение нейронных сетей: обратное распространение ошибки, градиентный спуск.		2	2	3	
Тема 2. Применение нейросетей в геоинформатике Анализ пространственных данных с помощью ИИ. Примеры задач: классификация спутниковых снимков, прогнозирование. Инструменты с открытым исходным кодом (TensorFlow, Keras, PyTorch).		2	2	3,5	О
Раздел 2. Методы машинного обучения для обработки геоданных					
Тема 3. Классификация и кластеризация в ГИС Методы классификации (SVM, Random Forest, CNN). Кластеризация пространственных данных (k-means, DBSCAN). Оценка качества моделей (точность, F1-score, матрица ошибок)		2	2	3,5	
Тема 4. Обработка растровых и векторных данных Сегментация спутниковых изображений (U-Net, Segment Anything). Прогнозирование пространственных явлений (регрессия, временные ряды). Работа с геоданными в Python (GDAL, GeoPandas, Rasterio)		2	2	3,5	
Раздел 3. Глубокое обучение в ГИС					О
Тема 5. Сверточные нейронные сети (CNN) для анализа изображений Архитектуры CNN (ResNet, U-Net). Transfer learning в геоаналитике. Разметка данных и аугментация		2	2	3,75	

Тема 6. Рекуррентные и трансформерные сети для временных данных Обработка временных рядов (LSTM, GRU). Применение трансформеров в геопространственном анализе. Прогнозирование (погода, урбанистика, экология)		2	2	3,5	
Раздел 4. Экспертные системы и базы знаний в ГИС					
Тема 7. Проектирование экспертных систем Логические модели представления знаний. Системы правил и онтологии в геоинформатике. Инструменты (CLIPS, Prolog, Python-библиотеки)		1,5	1,5	4	О
Тема 8. Интеграция ИИ в ГИС-платформы Веб-ГИС и облачные решения (Google Earth Engine, QGIS + Python). Разработка пользовательских плагинов для QGIS. Автоматизация анализа геоданных		1,5	1,5	3,5	
Раздел 5. Эволюционные алгоритмы и оптимизация в ГИС					
Тема 9. Генетические алгоритмы для пространственных задач Основы эволюционных вычислений. Оптимизация маршрутов, размещения объектов. Реализация в Python (DEAP, PyGAD)		1,5	1,5	4	О
Тема 10. Применение swarm intelligence (роевые алгоритмы) Метод частиц (PSO), муравьиные алгоритмы. Примеры использования в урбанистике и экологии. Сравнение с классическими методами оптимизации		1,5	1,5	3,5	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		18	18	35,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		36,25		35,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-2	1. демонстрирует понимание современных подходов к решению слабоформализованных задач, включая методы представления знаний в интеллектуальных системах и специфику создания алгоритмических и программных решений с использованием нейронных сетей в контексте геоинформационных систем. 2. создает алгоритмические решения и программные продукты в сфере нейронных сетей, а также проектирует базы знаний, применяя методы инженерии знаний. 3. эффективно использует инструменты разработки программных решений на основе нейронных сетей, реализует экспертные системы и применяет нейросетевые и эволюционные алгоритмы для решения прикладных задач в различных предметных областях.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Демонстрирует понимание архитектур нейронных сетей и их применения в ГИС, успешно реализует практические задачи (построение моделей, обработка геоданных, интеграция с ГИС).	
Не зачтено	Демонстрирует полное непонимание архитектур нейронных сетей и их применения в ГИС, не способен реализовать практические задачи (построение моделей, обработка геоданных, интеграция с ГИС).	

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 8	
1	Понятие искусственного интеллекта и машинного обучения
2	Архитектуры нейронных сетей (перцептроны, многослойные сети)
3	Обучение нейронных сетей: обратное распространение ошибки, градиентный спуск.
4	Анализ пространственных данных с помощью ИИ.
5	Классификация спутниковых снимков, прогнозирование.
6	Инструменты с открытым исходным кодом
7	Методы классификации (SVM, Random Forest, CNN).
8	Кластеризация пространственных данных (k-means, DBSCAN).
9	Оценка качества моделей (точность, F1-score, матрица ошибок).
10	Сегментация спутниковых изображений
11	Прогнозирование пространственных явлений (регрессия, временные ряды).
12	Работа с геоданными в Python
13	Архитектуры CNN
14	Transfer learning в геоаналитике
15	Разметка данных и аугментация
16	Обработка временных рядов.
17	Применение трансформеров в геопространственном анализе.
18	Прогнозирование (погода, урбанистика, экология)
19	Логические модели представления знаний.
20	Системы правил и онтологии в геоинформатике.
21	Инструменты (CLIPS, Prolog, Python-библиотеки)
22	Веб-ГИС и облачные решения
23	Разработка пользовательских плагинов для QGIS.
24	Автоматизация анализа геоданных

25	Основы эволюционных вычислений.
26	Оптимизация маршрутов, размещения объектов.
27	Метод частиц (PSO), муравьиные алгоритмы.
28	Примеры использования swarm intelligence (роевых алгоритмов) в урбанистике и экологии.
29	Сравнение swarm intelligence (роевых алгоритмов) с классическими методами оптимизации

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Построить простую нейросеть для классификации типов землепользования (Создать однослойный перцептрон в Python (с помощью Keras/TensorFlow), обучить его на наборе данных с 3-5 классами (например: лес, вода, город), оценить точность на тестовой выборке).

2. Применить свёрточную сеть (CNN) к спутниковым снимкам (Загрузить небольшой датасет космоснимков, построить CNN для бинарной классификации (например: дороги/не дороги), визуализировать результаты предсказаний).

3. Провести кластеризацию геоданных методом k-средних (Взять координаты точек (например: адреса магазинов в городе), реализовать кластеризацию на 3-5 групп, отобразить результат на карте (используя GeoPandas или QGIS)).

4. Прогнозирование временного ряда (Использовать данные изменения температуры/осадков за год, обучить простую RNN (LSTM) на предсказание значений, построить график реальных и предсказанных данных).

5. Создать простое экспертное правило для ГИС (Написать в QGIS Python-скрипт с условием: "Если расстояние до реки < 100 м → высокая вероятность подтопления", визуализировать зоны риска на карте).

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа на зачете - 15 минут;
- Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Павлова, А. И.	Искусственные нейронные сети	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2021	http://www.iprbookshop.ru/108228.html
Барский, А. Б.	Введение в нейронные сети	Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2020	http://www.iprbookshop.ru/89426.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Трофимов, В. Б., Темкин, И. О.	Экспертные системы в АСУ ТП	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2020	http://www.iprbookshop.ru/98489.html
А. В. Бахтин, И. В. Ремизова	Интеллектуальные системы управления технологическими процессами: учебное пособие. — 2-е изд., стереотип.	-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.— Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2024	http://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1711512542.pdf

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional 2013

MicrosoftWindows 8

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска